

Центральноукраїнський національний технічний університет

ЦЗДО

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

\_\_\_\_\_ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

## ДИПЛОМНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему:

«Механізація виробництва м'яса свинини з удосконаленням транспортера кормоцеху»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,

групи АІ-24МЗ

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Романенко Владислав

Олександрович

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Юрій МАЧОК

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Тимофій РУДЕНКО

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

м. Кропивницький

# Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна програма «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 року

## **ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

\_\_\_\_\_ Романенка Владислава Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Механізація виробництва м'яса свинини з удосконаленням транспортера кормоцеху
2. Керівник роботи (проекту) Мачок Юрій Вікторович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання роботи до захисту 26.12.2025 р.
4. Мета та завдання дипломної роботи: Удосконалення технології виробництва м'яса свинини з оптимізацією параметрів тягового органу скребкового транспортера для забезпечення заданої продуктивності при переміщенні кормів по похилій.
5. Перелік ілюстративного матеріалу 1. Схема виробництва свинини на свинофермі; 2. Технологічна схема кормоцеху; 3.Скребковий транспортер ТС-Ф-40; 4. Мета та задачі досліджень; 5. Аналіз конструкцій похилих транспортерів 6. Теоретичний аналіз об'єкта дослідження;

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Виконання розділу «Вступ»	20.10.2025 р.	
2	Виконання розділу «Стан досліджуваного питання та вибір напрямку досліджень»	10.11.2025 р.	
3	Виконання розділу «Наукова частина»	24.11.2025 р.	
4	Виконання розділу «Практична реалізація результатів досліджень»	01.11.2025 р.	
5	Виконання розділу «Охорона праці».	01.12.2025 р.	
6	Формулювання загальних висновків. Оформлення пояснювальної записки, ілюстративної частини, підготовка до захисту	26.12.2025 р.	

Дата видачі завдання  
«13» жовтня 2025 р.

Підпис керівника

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання  
«13» жовтня 2025 р.

Підпис здобувача

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## **Анотація**

Запропоновано впровадити на свинофермі потоково-цехову систему на зі 100 основними свиноматками, що забезпечить щорічний виробіток у 3800 центнерів високоякісного м'яса свинини.

Виявлено, що транспортер ТС-Ф-40 зберігає номінальну продуктивність при роботі з різними видами кормів лише за кута нахилу до 20 градусів. Зі збільшенням кута продуктивність знижується, а при досягненні максимального значення падає майже в 2,5 рази.

Запропоновано заходи по зменшенню матеріалоємності тягового робочого органу транспортера та створенню безпечних умов праці в кормоцеху.

## **Abstract**

It is proposed to implement a flow-shop system on the pig farm with 100 main sows, which will ensure an annual production of 3,800 quintals of high-quality pork meat.

It was found that the conveyor TS-F-40 maintains its nominal performance when working with different types of feed only at an angle of inclination of up to 20 degrees. As the angle increases, the performance decreases, and when the maximum value is reached, it drops by almost 2,5 times.

Measures are proposed to reduce the material consumption of the traction working body of the conveyor and create safe working conditions in the feed shop.

## ЗМІСТ

	стор.
1. Вступ .....	5
2. Стан досліджуваного питання та вибір напрямку досліджень .....	7
3. Наукова частина .....	22
4. Практична реалізація результатів досліджень .....	33
5. Охорона праці .....	39
6. Загальні висновки .....	41
Список використаної літератури .....	42

## 1. ВСТУП

Сільськогосподарське виробництво загалом, і свинарство зокрема, відіграє критично важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки України, формуванні її економічного потенціалу та підтримці виробничої стабільності на селі. На тлі зростаючих глобальних викликів - таких як стрімке зростання населення планети, обмеженість природних ресурсів та кліматичні зміни - питання ефективного, сталого та конкурентоспроможного виробництва м'яса свинини набуває першочергового значення.

Свинина традиційно є одним із найпопулярніших та найдоступніших джерел тваринного білка, займаючи вагому частку у структурі споживання м'яса як на внутрішньому, так і на світовому ринках [20]. Проте сучасний стан галузі вимагає не просто кількісного зростання, а докорінної модернізації та інноваційної трансформації. Актуальність обраної теми дослідження зумовлена необхідністю відповісти на низку критичних викликів.

Незважаючи на потенціал, вітчизняне свинарство часто не в змозі повністю задовольнити внутрішній попит на якісну продукцію, що призводить до значної залежності від імпорту та створює ризики для продовольчої незалежності країни.

В умовах лібералізації ринків та високих вимог споживачів до якості, безпечності та екологічності продукції, вкрай необхідним є впровадження новітніх технологій, генетичне вдосконалення поголів'я та оптимізація собівартості виробництва [16,21,22].

Виробництво м'яса свинини стикається з серйозними екологічними проблемами (утилізація відходів, викиди парникових газів) та високими епізоотичними ризиками (наприклад, африканська чума свиней). Це вимагає розробки та впровадження жорстких біобезпекових заходів та «зелених» технологій [16,21,22].

Неймовірно важливим питанням свинарства є забезпечення його кормовою базою. Звісно, що без сучасної, продуктивної, енергоефективної техніки створити цю базу неможливо. Причому, річ не тільки в спеціалізованих

машинах, а й таких, що забезпечують їх безперебійну роботу. До цієї групи відносять машини для транспортування вихідних інгредієнтів та готових кормів чи кормосумішей. Тут на особливу увагу заслуговує скребковий конвеєр, дослідженням та оптимізацією параметрів його транспортуючого робочого органу буде приділена увага даної дипломної роботи.

## **2. СТАН ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **2.1. Господарське значення свинарства**

Свинарство є стратегічною галуззю тваринництва України, що має вагомим господарське та соціальне значення. Воно забезпечує населення високоякісною та доступною м'ясною продукцією - свининою, яка традиційно користується високим попитом. Свинина є важливим джерелом білка, вітамінів та мікроелементів для харчування.

Крім того, свинарство створює робочі місця, особливо в сільській місцевості, та стимулює розвиток суміжних галузей: виробництва кормів, ветеринарної медицини та м'ясопереробної промисловості. Продукція свинарства (м'ясо, сало, субпродукти) формує значний сегмент внутрішнього ринку та має експортний потенціал, сприяючи надходженню валюти в країну. Ефективне свинарство є запорукою продовольчої безпеки держави.

Відходи свинарства - гній, рідка складова, рештки кормів, використана підстилка використовуються аграріями як чудове органічне добриво з метою відновлення чи підтримання родючості ґрунту.

### **2.2. Аналіз технологій виробництва м'яса свинини**

Виробництво м'яса свинини в нашій державі здійснюється за трьома головними технологіями: трифазною, двофазною та однофазною. Найпоширенішою є трифазна технологія, яка передбачає переведення поросят після відлучення до спеціальних окремих станків для дорощування. Після цього етапу в житті тварин їх переводять у спеціалізовані відділення для відгодівлі [21].

Така технологія вимагає значної кількості приміщень для великого поголів'я, і тому рекомендується для застосування у великих спеціалізованих підприємствах. Тут використовується принцип потоковості виробництва кінцевої продукції. Поряд з суттєвими перевагами така технологія має суттєвий

недолік. Це стресовий вплив на поголів'я. Кожне переведення з одних умов утримання в інші викликає стрес у поросят, що негативно впливає на їх продуктивність.

Більш сприятливі умови в цьому плані має двофазна технологія. Тут протягом періодів підсисного та дорощування утримуються в одному станку, а вже потім переводять в відділення для відгодівлі. Психологічно для свиней такий режим утримання є більш прийнятним. Двофазну технологію рекомендують для малих та середніх господарств.

Однофазна технологія передбачає утримання поросят в одному цеху від народження і до закінчення процесу відгодівлі. Така технологія прийнятна для малих господарств [21].

Відома перспективна технологія холодного утримання свиней на глибокій підстилці в приміщеннях тентових ангарів [16]. Вигода такої технології полягає в тому, що тут немає потреби в капітальних свинарниках, тобто є можливість скорочення витрат на капітальне будівництво. У виробництві зустрічається також подібна технологія утримання свиноматок та племінних кнурів [20]

На великих підприємствах, комплексах впроваджені технології з семиденним ритмом потокового виробництва м'яса свинини. Тут кінцева продукція отримується цілорічно.

На вітчизняних комплексах по виробництву свинини впроваджують також деякі закордонні технології. Канадська технологія культивує також холодне утримання [22]. При цьому формується глибока підстилка. Технологія також передбачає використання теплої води для напування тварин. Тут не використовуються капітальні будівлі, економія також полягає на витратах на опалення та освітлення. Обігрів тут відбувається за рахунок гниття підстилки та гною. Використовуються також технології з Франції, Данії тощо.

В Данії, для прикладу, склалася кооперативна система свинарства. Тут фермери, які вирощують свиней є одночасно і співвласниками і співзасновником даних кооперативів. Кооперативи несуть відповідальність за

забій свиней та реалізацію м'яса. Завдяки такій кооперації виробництво кінцевої продукції є дуже ефективним.

### **2.3. Аналіз потокової технології виробництва м'яса свинини**

Варто підкреслити, що істотного результату можна досягти за умови ритмічної організації формування та підтримання однорідних технологічних груп свиней протягом року. Це передбачає забезпечення безперервності процесу та впровадження потокової технології у виробництво [10,18,20,21,23,24].

В основі потокової технології утримання свиней лежить трифазна технологія організації виробництва.

Для реалізації застосовуються такі технологічні групи тварин, визначені за віковими та фізіологічними показниками:

- свиноматки легкосупоросні та холості;
- глибокосупоросні та підсисні свиноматки;
- поросята сисуни;
- відлучені поросята;
- ремонтний молодняк;
- молодняк для дорощування та відгодівлі;
- кнури-плідники.

Зазначені технологічні групи дають змогу впроваджувати інтенсивну технологію виробництва свинини, засновану на трифазній технології з потоково-цеховою організацією утримання. У рамках цієї технології у виробничому процесі передбачено використання таких цехів і секцій (рис. 2.1).

Цех для утримання холостих і легкосупоросних свиноматок забезпечує оптимальні умови для їх перебування протягом певного періоду. Холостих та легкосупоросних свиноматок утримують у цеху до 126 днів, а тих, що знаходяться на періоді перевірки - 110-115 днів. Тварини розміщуються в групових станках, по 10-20 голів у кожному. Важливим є дотримання рекомендованих параметрів площі лігва на одну особину для забезпечення комфортних умов.

Протягом перебування в цеху свиноматки повинні запліднитися, продемонструвати нормальний розвиток плоду та мати адекватну фізичну кондицію. Також обов'язковим є проходження повної профілактики. Для процесу осіменіння застосовують індивідуальні станки, що дозволяє проводити процедуру з максимальним контролем і точністю.

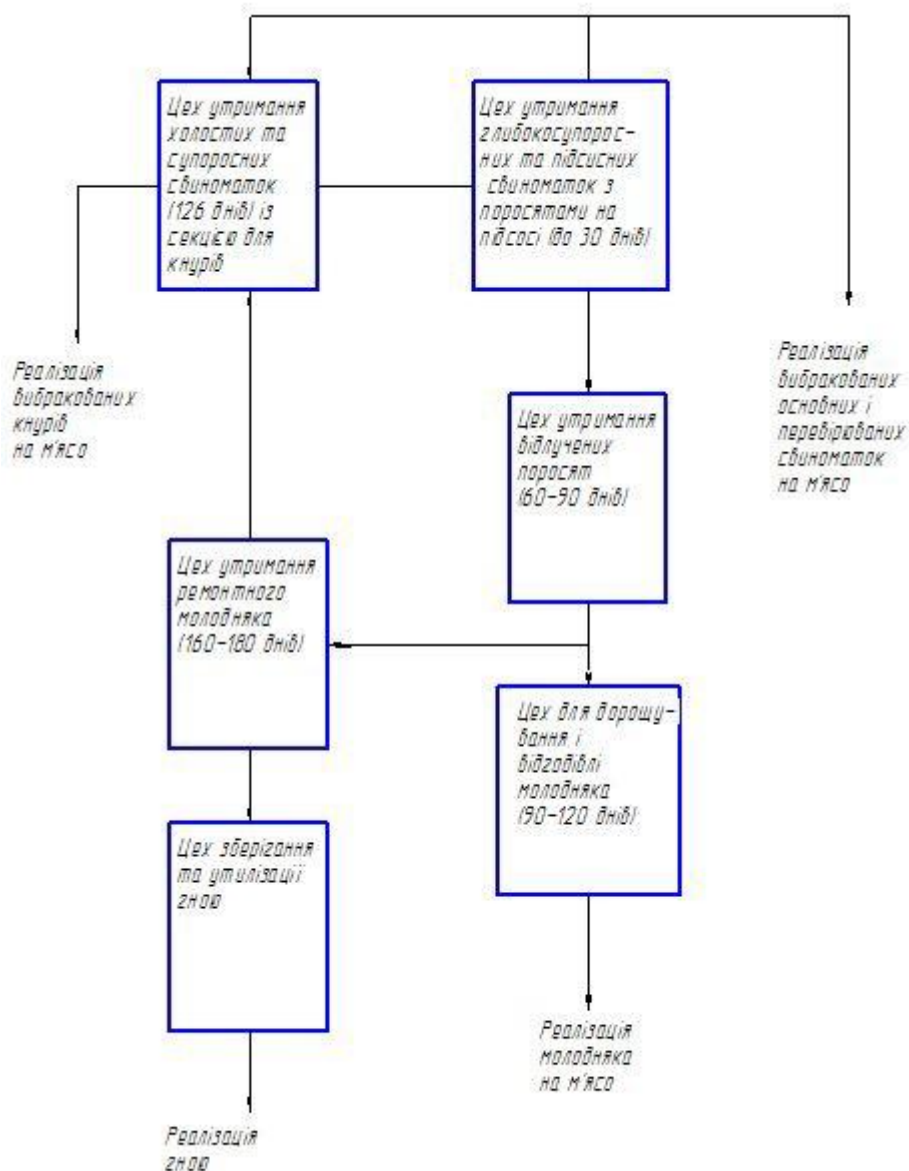


Рис. 2.1. Схема виробництва свинини на свинофермі.

Цех призначений для утримання глибокосупоросних свиноматок та підсосних свиноматок разом із поросятами на підсосі. За 10-15 днів до очікуваного опоросу глибокосупоросних свиноматок переміщують з групових станків в індивідуальні, які мають відповідати необхідній площі в  $5,0...7,5\text{м}^2$ .

Перед переселенням тварин у ці станки обов'язково здійснюється їх дезінфекція, а також проводяться підготовчі заходи до опоросу. Для поросят організовують комфортний температурний режим у зоні відпочинку. На початкових етапах температура повинна бути оптимальною для нормальної життєдіяльності і складати 28...32<sup>0</sup>С, з подальшим її зниженням після досягнення поросятами місячного віку до 30<sup>0</sup>С. Підсисних свиноматок годують 3...5 разів на тиждень відповідно до встановленого режиму годівлі.

Цех для утримання відлучених поросят. У цьому цеху поросят розміщують у групових станках по 20-25 голів, де вони перебувають протягом 60-90 днів.

Цех для дорощування та відгодівлі молодняку. У цьому цеху поросят утримують у групових станках по 20-25 голів до досягнення ними 120 днів та ваги 100-110 кг.

Цех для утримання молодняка, призначеного для ремонту стада. Для оновлення поголів'я свиней на фермі відбирають молодняк від найпродуктивніших свиноматок, враховуючи їхню плодючість та відповідність зовнішнім характеристикам. Утримання здійснюється у групових станках, де протягом 10-12 місяців розміщують по 20-30 голів у кожному.

Секція для утримання кнурів розташовується в цеху для холостих і легкосупоросних свиноматок. Станки для тварин тримають у належній чистоті, а догляд за кнурами здійснюється зі значною увагою: їх очищують щіткою, миють теплою водою та проводять інші необхідні гігієнічні процедури. Важливо регулярно спилювати клики, щоб уникнути ризику травмування не лише інших тварин, а й персоналу, який виконує обслуговування. Утримання кнурів передбачає і обов'язкове вигулювання, що сприяє їхній фізичній активності та загальному благополуччю.

#### **2.4. Обґрунтування структури поголів'я.**

На основі встановленої технологічної схеми виробництва свинини та обраних організаційних режимів формуємо структуру стада, розраховуємо

число тварин у кожній технологічній групі та підсумкове поголів'я ферми (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Структура поголів'я ферми по виробництву свинини на 100 основних свиноматок

№ п/п	Найменування технологічній груп тварин	Середньорічне поголів'я, гол.	Структура стада, %
1	Основні свиноматки,	100	2,5
	в тому числі холості та супоросні свиноматки	80	2,0
	глибокосупоросні і підсисні матки	20	0,5
2	Перевірювані свиноматки,	80	2,0
	в тому числі супоросні свиноматки,	50	1,3
	глибокосупоросні і підсисні матки	30	0,7
3	Відлучені поросята, поросята - сисуні	1920	48,0
4	Ремонтний молодняк	200	5,0
5	Молодняк на дорощуванні і відгодівлі	1600	40,0
6	Кнури-плідники	20	0,5
7	Вибракувані кнури та свиноматки	80	2,0
	Всього	4000	100

Запланована структура стада розроблена для досягнення виробництва 3800 центнерів свинини на рік. До цього обсягу входять вибракунані свиноматки та кнури, свиноматки, що проходять перевірку, а також молодняк. Окрім цього, структура передбачає забезпечення відтворення поголів'я.

## 2.5. Розрахунок потреби в кормах та поточкових технологічних лініях кормоцеху.

Потреба кормів визначиться

$$Q_{i_{\text{доб}}} = \sum_1^j q_i m_j ; \quad (2.9)$$

де  $q_i$  - добова норма  $i$  – го виду корму на одну голову в  $j$ -й групі;

$m_j$  - число голів в  $j$ -й групі.

Добовий раціон складаємо по технологічних групах тварин (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Добовий раціон по технологічних групах тварин и на одну голову

№ п/п	Найменування корму	Кількість корму, кг
1	2	3
1	Холості і супоросні свиноматки	
	Концентровані корми	2,3
	Трав'яне борошно	0,6
	Цукрові буряки	3,0
	Комбісилос	1,5
	Морква	0,7
2	Кнури	
	Концентровані корми	3,4
	Трав'яне борошно	0,6
	Цукрові буряки	1,5
	Комбісилос	1,4
	Морква	0,6
	Знежирене молоко	2,9
3	Свиноматки підсисні	
	Концентровані корми	3,7
	Трав'яне борошно	0,9
	Цукрові буряки	3,4
	Комбісилос	2,1
	Морква	0,4

продовження таблиці 2.2

1	2	3
	Підсисні поросята	
4	Концентровані корми	0,6
	Трав'яне борошно	0,06
	Цукрові буряки	0,2
	Морква	0,05
	Знежирене молоко	0,45
	Відлучені поросята	
5	Концентровані корми	1,3
	Трав'яне борошно	0,3
	Цукрові буряки	0,8
	Морква	0,3
	Реммолодняк	
6	Концентровані корми	2,0
	Трав'яне борошно	0,4
	Цукрові буряки	2,0
	Комбісилос	1,1
	Молодняк на відгодівлі	
7	Концентровані корми	2,6
	Трав'яне борошно	0,4
	Цукрові буряки	1,5
	Комбісилос	0,6

Згідно з добовими раціонами та кількістю тварин у технологічних групах формується відомість добової та річної потреби в кормах (табл. 2.3).

## Розрахункові значення потреби кормах

№ п/п	Найменування технологічних груп свиней	Поголів'я тварин в групі, гол.	Добова норма в кормах, кг/гол.	Добова норма в кормах на пого-лів'я, кг	Річна потреба, кг
1	2	3	4	5	6
1	<b>Концентровані корми</b>				-
	Холості і супоросні матки	120	2,3	276	-
	Кнури	20	3,4	68	-
	Глибокосупоросні і підсисні матки	50	3,7	185	-
	Підсисні поросята	1800	0,6	1080	-
	Реммолодняк	200	2,0	400	-
	Молодняк на відгодівлі	1600	2,6	4160	-
	Всього	-	-	<b>6169</b>	<b>2251685</b>
2	<b>Трав'яне борошно</b>	-	-	-	-
	Холості і супоросні матки	120	0,6	72	-
	Кнури	20	0,6	12	-
	Глибокосупоросні і підсисні свиноматки	50	0,9	45	-
	Підсисні поросята	1800	0,06	108	-
	Реммолодняк	200	0,4	80	-
	Молодняк на відгодівлі	1600	0,4	640	-
	Всього	-	-	<b>828</b>	<b>302220</b>
	<b>Цукрові буряки</b>	-	-	-	-
3	Холості і супоросні матки	120	3,0	360	-
	Кнури	20	1,5	30	-
	Глибокосупоросні і підсисні матки	50	3,4	170	-
	Підсисні поросята	1800	0,2	360	-
	Реммолодняк	200	2,0	400	-
	Молодняк на відгодівлі	1600	1,4	2240	-

продовження таблиці 2.3

	1	2	3	4	5
	Всього	-	-	<b>3560</b>	<b>1299400</b>
4	<b>Комбісилос</b>	-	-	-	-
	Холості і супоросні матки	120	1,5	180	-
	Кнури	20	1,4	28	-
	Глибocosупоросні і підсисні матки	50	2,1	105	-
	Реммолодняк	200	1,1	220	-
	Молодняк на відгодівлі	1600	0,6	960	-
	Всього	-	-	<b>1493</b>	<b>544945</b>
5	<b>Морква</b>	-	-	-	-
	Холості і супоросні матки	120	0,7	84	-
	Кнури	20	0,6	12	-
	Глибocosупоросні і підсисні матки	50	0,4	20	-
	Підсисні поросята	1800	0,06	108	-
	Всього	-	-	<b>224</b>	<b>81760</b>
6	<b>Знежирене молоко</b>	-	-	-	-
	Кнури	20	2,9	58	-
	Підсисні поросята	1800	0,45	810	-
	Всього	-	-	<b>868</b>	<b>316820</b>
	Всього	-	-	<b>12959</b>	<b>4730035</b>

Таким чином, добова потреба в кормах на свинофермі на поголів'я складає 12959кг, а річна - 4730035кг.

Проектуємо технологічну схему приготування кормів у кормоцеху.

Ось перелік та послідовність операцій для приготування кормів:

- коренеплоди: завантаження в бункер коренерізки, миття, різання з подрібненням, дозування в змішувач-запарник;
- концентровані корми: подрібнення вихідних інгредієнтів, дозування в змішувач-запарник;
- комбінований силос: подрібнення вихідних інгредієнтів, дозування в змішувач-запарник;

- сіно: подрібнення в дробарці, дозування в змішувач-запарник.

Обґрунтуємо потокові технологічні лінії, задіяні в кормоцеху (рис. 2.2):

- потокова технологічна лінія приготування коренеплодів;
- потокова технологічна лінія приготування концентрованих кормів;
- потокова технологічна лінія приготування соковитих кормів;
- потокова технологічна лінія приготування трав'яного (вітамінного)

борошна;

- потокова технологічна лінія приготування замітника молока;
- потокова технологічна лінія (ПТЛ) – змішування (з запарюванням)

кормів і завантажування кормосуміші.

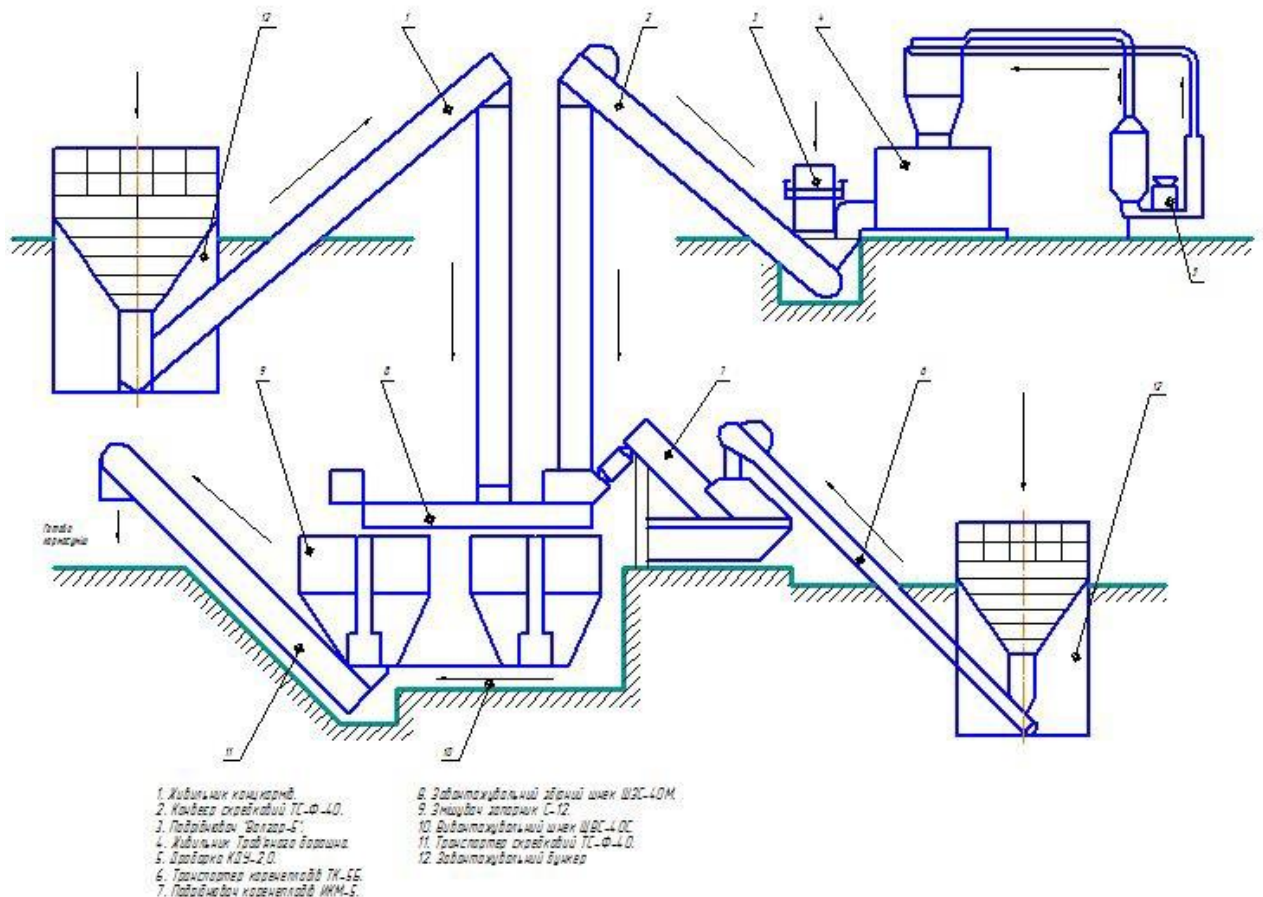


Рис. 2.2 Технологічна схема кормоцеху

### Розрахунок потокової лінії приготування коренеплодів

Продуктивність потокової лінії

$$Q_{роз} = \frac{G_{доб}}{T \cdot \tau}, \quad (2.10)$$

де  $G_{доб}$  - добова потреба коренеплодів, т;

$T = 7_{год}$  – тривалість робочої зміни кормоцеху;

$\tau = 0,82$  – коефіцієнт використання часу зміни;

$$Q_{роз} = \frac{3,560 + 0,224}{7 \cdot 0,82} = 0,66m / год$$

Для миття з подрібненням коренеплодів цукрових буряків та моркви використовуємо подрібнювач коренеплодів ІКМ-5 з продуктивністю  $3-6m / год$ . Завантаження коренеплодів здійснюється за допомогою транспортера ТК-5, який має продуктивність  $6m / год$ .

### **Розрахунок технологічної лінії для приготування концентрованих кормів**

Вона складається з бункера-накопичувача кормів, транспортера, дробарки та дозатора.

Розрахункова продуктивність зазначеної лінії

$$Q_{роз} = \frac{6,169}{7 \cdot 0,82} = 1,07m / год$$

Призначаємо один бункер-накопичувач для сухих кормів БСК-10 об'ємом  $10m^3$ , два бункери-дозатори ДК-10, які мають продуктивність  $600kg / год$  а також одну молоткову дробарку КДУ-2,0 продуктивністю  $2m / год$ .

### **Розрахунок потокової лінії приготування соковитих кормів**

Вона складається з подрібнювача і транспортера

$$Q_{роз} = \frac{1,493}{7 \cdot 0,82} = 0,26m / год$$

Призначаємо один стаціонарний подрібнювач «Волгарь-5» продуктивністю до  $5m / год$  та скребковий транспортер ТС-Ф-40.

Дозування трав'яного (вітамінного) борошна забезпечить живильник ПСМ-10,0 ПСМ-10.

### **Розрахунок технологічної лінії змішування кормів**

Розрахункова продуктивність зазначеної лінії

$$Q_{роз} = \frac{6,997}{7 \cdot 0,82} = 1,21m / год$$

Призначаємо один одновальний змішувач СКО-Ф-6 і транспортер скребковий ТС-Ф-40.

У базовій комплектації кормоцеху транспортування і завантаження компонентів кормосуміші в змішувач СКО-Ф-6 та переміщення готової суміші від нього забезпечувалось скребковим транспортером ТС-40. Пропонується замінити цей транспортер на скребковий транспортер ТС-Ф-40 (рис. 2.3) з модернізованою конструкцією тягового органу. Модернізація тягового органу передбачає установку в транспортері одного тягового ланцюга замість двох, що дозволить зменшити кількість покупних виробів, зменшити металоємність, крім того, пропонується встановити скребок оригінальної форми, що дозволить використати для його виготовлення тонколистову сталь товщиною  $S=2\text{мм}$  одночасно знизивши його металоємність.

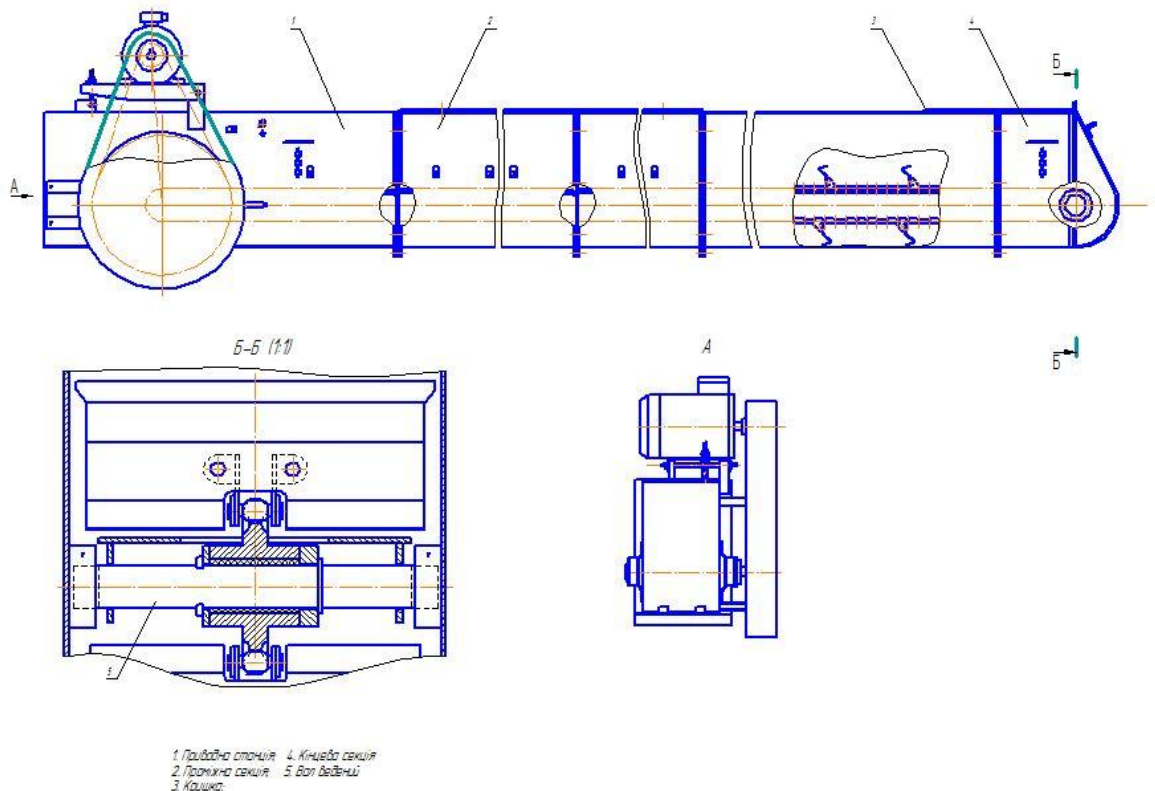


Рис. 2.3 Скребковий транспортер ТС-Ф-40

При цьому основні технічні характеристики модернізованого транспортера відповідають вимогам потокової технологічної лінії змішування кормів (табл. 2.4).

## Основні технічні характеристики модернізованого транспортера

Найменування	Значення
Спосіб агрегування	стаціонарний
Продуктивність, м <sup>3</sup> /год, не менше	40
Встановлена потужність, кВт	2,2
Швидкість тягового органу, м/с	1
Тяговий ланцюг конвеєра	ТРД-38-3500-2-2-6-8 ТУ 23.2.57 9041-02-89
Кут нахилу транспортера, градус, максимальний	52
Довжина транспортування, м	5,89
Кількість операторів, чол	1
Строк служби, років	7

Крім відповідності технічним вимогам, дана машина повинна відповідати зоотехнічним вимогам так як вона працює з кормовими сумішами для тварин.

### 2.6. Зоотехнічні вимоги до транспортера

Транспортери кормоцехів, що є складовою частиною системи машин для приготування кормів, повинні відповідати таким зоотехнічним вимогам [14]:

- бути універсальними для транспортування кормів з різноманітними фізико-механічними властивостями;
- мати просту конструкцію, бути надійними та зручними у використанні;
- забезпечувати високу точність виконання технологічних операцій;
- гарантувати мінімальні втрати кормів, що не перевищують 1% від загального обсягу транспортування;
- кормова суміш не повинна розшаровуватися за фракціями, якість корму має залишатися незмінною, а його забруднення слід уникати;
- робочі елементи мають бути стійкими до корозії, легко очищуваними від залишків корму, забезпечуючи безпеку як для персоналу, так і для тварин;

- допустимі відхилення від заданої норми транспортування становлять: для стеблових кормів - до 15%, для концентрованих - до 5%. Незворотні втрати корму під час транспортування не повинні перевищувати 1%;

- тривалість транспортування кормів у межах одного приміщення мобільними засобами не повинна перевищувати 30 хвилин, а стаціонарними засобами - 20 хвилин.

**Висновки по розділу.** Впровадження потоково-цехової системи на свинофермі зі 100 основними свиноматками забезпечить щорічний виробіток у 3800 центнерів високоякісного м'яса свинини. Застосування в кормоцеху скребкового транспортера ТС-Ф-40 замість транспортера ТС-40 сприятиме підвищенню якості та надійності виконання процесу переміщення кормів та їх вихідних інгредієнтів у даному відділенні свиноферми.

### 3. НАУКОВА ЧАСТИНА

#### 3.1. Мета та задачі досліджень

*Метою* дипломної роботи є удосконалення технології виробництва м'яса свинини з оптимізацією параметрів тягового органу скребкового транспортера для забезпечення заданої продуктивності при переміщенні кормів по похилій.

*Об'єкт дослідження* - процес переміщення кормів по похилій в кормоцеху.

*Предмет дослідження* - параметри та конструкція тягового органу скребкового транспортера для переміщення кормів по похилій.

Відповідно до поставленої мети сформульовані наступні задачі досліджень:

- проаналізувати відомі технології виробництва свинини;
- проаналізувати відомі конструкції транспортерів для переміщення кормів в кормоцехах по похилій;
- обґрунтувати параметри тягового органу похилого скребкового транспортера для забезпечення його продуктивності.

*Наукова новизна* - теоретично обґрунтовано залежність продуктивності від кута нахилу похилого скребкового транспортера.

#### 3.2. Аналіз конструкцій машин аналогічного призначення

Скребкові транспортери (конвеєри) є невід'ємною складовою технологічного процесу приготування кормів в кормоцехах. Своєчасне переміщення окремих складових кормів в сухому стані, вологої мішанки та інших сільськогосподарських матеріалів здійснюється даними машинами. Вони є основою транспортних процесів в кормоцехах. За типом тягового органу їх поділяють на скребкові, шнекові (гвинтові), стрічкові [4,6,7,11,17]. За положенням відносно горизонту бувають горизонтальні та похилі, які допускають встановлення їх робочого полотна кутами від  $0^{\circ}$  і до деякого максимального значення допустимого даною конструкцією. В кормоцехах перевагу віддають останнім, через їх більшу універсальність, що забезпечує кращу взаємодію між машинами різних габаритів, задіяних в певних

технологічних лініях. До такого типу транспортерів відноситься скребковий транспортер ТС-Ф-40.

Українська фірма AgroHelix пропонує горизонтальний скребковий транспортер різних модифікацій, які можуть працювати в кормоцехах і здатні транспортувати матеріал на довжину від 4 до 50 метрів (рис. 3.1). Привод транспортуючого органу, який складається з ланцюга та поліетиленових ківшів товщиною 6мм мотор-редуктором оснащеним електродвигуном потужністю від 1,1 до 5,5 кВт залежно від довжини транспортування.



Рис. 3.1 Скребковий транспортер фірми AgroHelix

Ще однією особливістю транспортера є те, що його днище покрито тонким шаром пластику для зниження сил тертя при переміщенні матеріалів. Максимальний кут підйому -  $45^{\circ}$ .

Це сучасна машина, але має ряд недоліків, таких як підвищена матеріалоемність через використання мотор-редуктора, велика товщина стінки скребка.

Гвинтовий конвеєр КВ-Ф-40 (рис. 3.2), як і модель ТС-Ф-40, призначений для різних завдань у сфері кормоприготування. Зокрема, він використовується для завантаження подрібнених коренеплодів, вітамінного борошна, концкормів та зеленої маси в змішувачі-запарники. Крім того, він забезпечує

транспортування готової мішанки вологістю до 80% від змішувача-запарника до вивантажувального скребкового транспортера в технологічних лініях кормоцехів типу «Маяк-6», КС-24 та КУС. Також він може бути застосований для завантаження кормороздавача КЗС-1,7 або використовуватися автономно на свинофермах.

Робочим органом є шнек, який приводиться в рух за допомогою мотор-редуктора. Потужність електродвигуна складає  $2,2\text{кВт}$ .

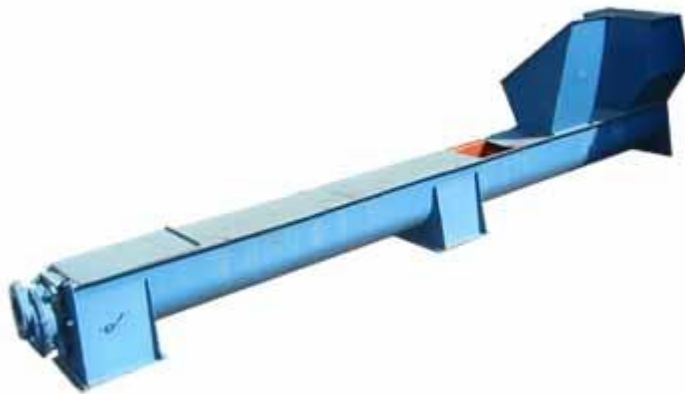


Рис. 3.2 Гвинтовий транспортер КВ-Ф-40

Подібне призначення мають транспортери фірми Деметра, розташовані в Кіровоградській області (рис. 3.3).

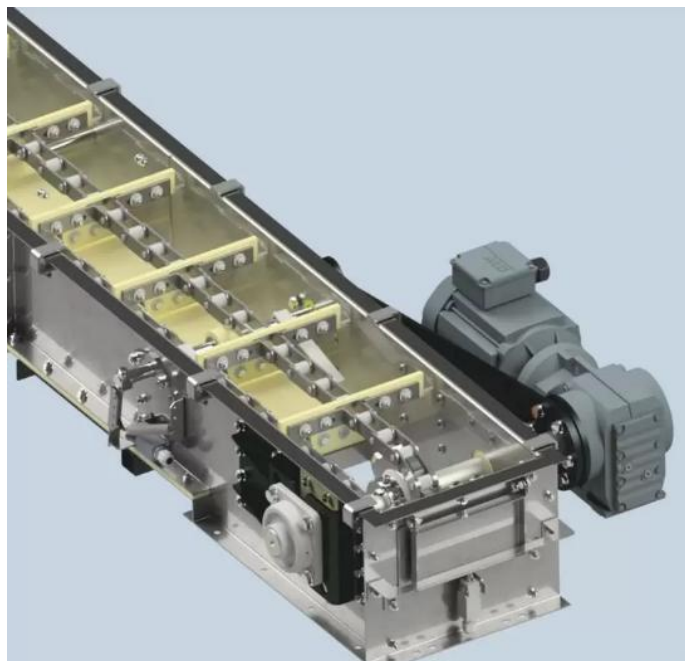


Рис. 3.3 Скребковий транспортер фірми Деметра

Привод ланцюга з поліетиленовими скребками здійснюється знову ж таки від мотор-редуктора виробництва Motovario або SEW. Як для умов кормоцеху, то найбільше підходить модель DM-DC50, яка має продуктивність до 50т/год. Як і транспортери фірми AgroHelix днище футероване високомолекулярним поліетиленом товщиною до 8мм. Довжина проміжних секцій у 2,9м дозволяє формувати різну довжину транспортування. Машина може працювати, як в горизонтальному режимі так і під кутом. Недолік, висока матеріало- та енергоємність.

Конвеєр скребковий ТС-40 (рис. 3.4) є попередником транспортера ТС-Ф-40 і має аналогічне призначення. Проте за однакових умов транспортування, потужності електродвигуна та продуктивності, його маса перевищує на понад 100 кг. Ця різниця зумовлена особливостями конструкції транспортуючого робочого механізму. У конструкції застосовано дволанцюговий тяговий елемент, що спричинило збільшення металоємності.



Рис. 3.4. Конвеєр скребковий ТС-40

Він має комплект проміжних секцій завдяки чому, за потреби можна забезпечити різну довжину переміщення матеріалів.

В кормоприготувальних цехах можна бачити завантажувач ЗШ-40 (рис. 3.5), призначений для транспортування та подавання харчових відходів до змішувачів-запарників. Цей конвеєр є складовою частиною обладнання кормоцеху для переробки харчових відходів КПО-150. Конструкція завантажувача включає кожухи (1, 2, 3, 4), шнек (5), кришки (6) та приводну станцію (7). Секція 1 використовується для завантаження, а секції 2, 3, 4 відповідають за вивантаження.

Управління завантажувачем здійснюється дистанційно з центрального пульта керування кормоцеху, а також безпосередньо з поста управління. Конструкція машини і наявність відповідних складових дозволяють забезпечувати відповідну довжину транспортування, збільшуючи її на кратні значення довжини проміжних секцій.

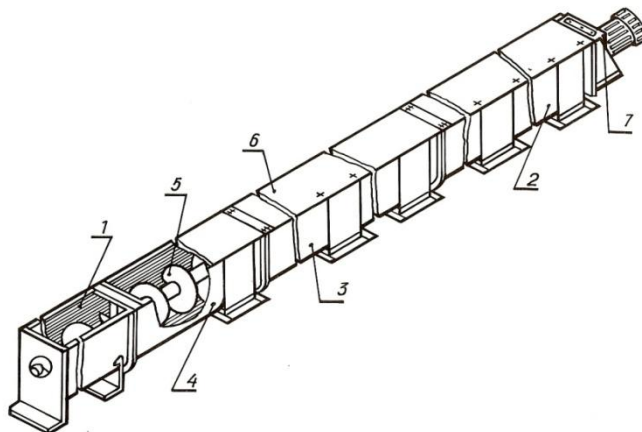


Рис. 3.5. Завантажувач ЗШ-40 (1,2,3,4 - кожух; 5 - шнек; 6 - кришка; 7 - станція приводна).

На певну увагу заслуговують дві моделі скребкових конвеєрів: ТЦС-50 (рис. 3.6) та ZEO-DC (рис. 3.7). Однак, у порівнянні з попередніми конструкціями, вони програють у деяких аспектах. При приблизно однаковій продуктивності ці конвеєри мають більшу вагу та майже удвічі вищу потужність електродвигуна, що знижує їхню конкурентоспроможність. Ще одним суттєвим недоліком є малий кут нахилу тягового органу - всього до  $20^{\circ}$  відносно горизонту.



Рис. 3.6 Конвеєр скребковий ТЦС-50



Рис. 3.7 Конвеєр скребковий ZEO-DC

У порівнянні з іншими описаними машинами, конвеєр ТС-Ф-40 (3.8) найкраще відповідає вимогам роботи в кормоцехах. Він вирізняється простою конструкцією приводної станції, невеликою потужністю електродвигуна, а також можливістю адаптації довжини транспортування відповідно до

виробничих потреб. Крім того, максимально допустимий кут  $52^{\circ}$  нахилу полотна робить його поза конкуренцією серед аналогічних машин.

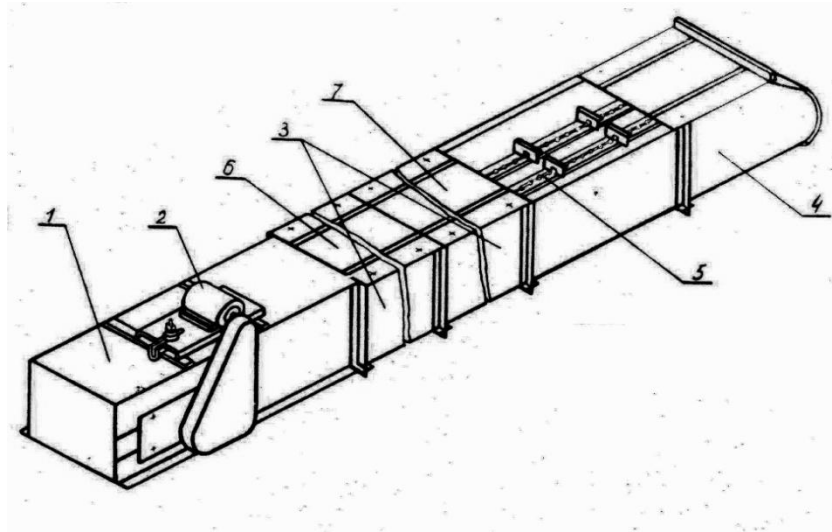


Рис. 3.8. Транспортёр скребковий ТС-Ф-40

До його складу входить приводна секція 1, проміжні секції 3 (їх кількість залежить від довжини транспортування), кінцева секція з веденим валом 4, ланцюг 5, кришка 6,7.

Наведений огляд показав на високу конкурентність транспортера ТС-Ф-40 в порівнянні з наведеними аналогами. Це стосується і меншої енергоємності процесу транспортування і нижчого рівня матеріалоємності і деяких інших показників.

### **3.3. Теоретичне обґрунтування залежності продуктивності від кута нахилу похилого скребкового транспортера**

Особливістю зазначеного скребкового транспортера є те, що він може працювати не лише горизонтально, а й під кутом до горизонту, максимальне значення якого може сягати  $52^{\circ}$ . Це пов'язано з різними габаритними розмірами машин, які входять в систему кормоприготування та безпосередньо працюють з транспортером в одному технологічному ланцюзі.

При деяких значеннях кута нахилу транспортера відносно горизонту заповнення простору між скребками може суттєво зменшуватися, що, своєю чергою, позначиться на його продуктивності.

З урахуванням цього, вираз для визначення продуктивності транспортера матиме вигляд [4,6,7]

$$Q = 3600 \cdot k \cdot h_{жс}^2 \cdot \psi \cdot k_b \cdot \rho \cdot v, \quad (3.1)$$

де  $k = \frac{B_{жс}}{h_{жс}} = \frac{0,250}{0,11} = 2,27$ , коефіцієнт, який враховує геометричні параметри

жолоба;

$B_{жс} = 0,25 м$  - ширина жолоба;

$h_{жс} = 0,105 м$  - висота жолоба;

$\psi$  - коефіцієнт заповнення жолоба (табл. 3.1);

$k_b$  - коефіцієнт, який враховує кут нахилу транспортера (табл. 3.2);

$\rho$  - насипна щільність сільськогосподарського матеріалу (табл. 3.3);

$v = 1,0 м/с$  - швидкість транспортування.

Таблиця 3.1

Значення коефіцієнта заповнення жолоба для різних сільськогосподарських матеріалів [4,6,7,11]

Сільськогосподарський матеріал	Коефіцієнт заповнення жолоба, $\psi$
1	2
Жом (свіжий/кислий)	0,5-0,6
Силос	0,4-0,5
Трав'яне брошно	0,3-0,4
Подрібнена гичка	0,5-0,6
Подрібнені коренеплоди	0,6-0,7
Комбікорм	0,4-0,5
Волога мішанка	0,6-0,7
Сінаж	0,35-0,45

Згідно з даними Ф.К. Іванченка [6,7], для матеріалів з різним ступенем зв'язності коефіцієнт, що враховує кут нахилу транспортера, може набувати таких значень (табл. 3.2). Зробимо припущення, що всі зазначені в табл. 3.1 матеріали відносяться до групи важкосипких, кускових.

Таблиця 3.2

Орієнтовні значення коефіцієнта  $k_b$ , який враховує кут нахилу  
транспортера

Характеристика матеріалу, який транспортується	Кут нахилу транспортера, град.					
	0	10	20	30	35	40
Легкосипкий	1	0,85	0,65	0,5	-	-
Важкосипкий, кусковий	1	1	1	0,75	0,6	0,5

Таблиця 3.3

Значення насипної щільності сільськогосподарських матеріалів  
[4,6,7,11]

Сільськогосподарський матеріал	Насипна щільність, $t / m^3$
1	2
Жом (свіжий)	0,8-0,95
Силос (залежно від вологості)	0,4-0,5
Трав'яне брошно	0,2-0,35
Подрібнена гичка	0,6-0,75
Подрібнені коренеплоди	0,65-0,8
Комбікорм	0,6-0,75
Волога мішанка	0,7-0,9
Сінаж	0,35-0,55

За результатами виконаних розрахунків формується відповідна матриця значень, представлена в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Матриця значень продуктивності транспортера залежно від коефіцієнта, який враховує коефіцієнт кута нахилу  $k_b$  та безпосередньо кута його нахилу до горизонту  $\alpha$ .

$\alpha$	0	10	20	30	35	40	50
Матеріал							
1	2	3	4	5	6	7	8
Жом	48,65	48,65	48,65	36,48	29,19	24,32	19,46

1	2	3	4	5	6	7	8
Силос	22,52	22,52	22,52	16,89	13,51	11,26	9,00
Трав'яне борошно	12,61	12,61	12,61	9,46	7,56	6,31	5,04
Подрібнена гичка	40,54	40,54	40,54	30,41	24,33	20,27	16,22
Подрібнені коренеплоди	50,45	50,45	50,45	37,84	30,27	25,22	20,18
Комбікорм	28,38	28,38	28,38	21,28	17,03	14,19	11,35
Волога мішанка	52,7	52,7	52,7	39,53	31,62	26,35	21,08
Сінаж	22,30	22,30	22,30	16,72	13,37	11,15	8,92

На основі зазначеної матриці значень будемо відповідні графічні залежності (рис. 3.9)



Рис. 3.9 Графік залежності продуктивності транспортера від кута нахилу: 1-жом; 2-силос, 3-трав'яне борошно, 4-подрібнена гичка; 5-подрібнені коренеплоди, 6-комбікорм; 7-волога мішанка; 8-сінаж.

З представлених графіків можна побачити, що при транспортуванні під нахилом до  $20^{\circ}$  продуктивність конвеєра залишається на максимальному і стабільному рівні для всіх розглянутих сільськогосподарських матеріалів. Однак зі збільшенням кута підйому продуктивність різко знижується. Основним фактором, що впливає на цей процес, є кут нахилу конвеєра відносно горизонту.

**Висновок по розділу.** Проведені теоретичні дослідження дозволяють дійти попереднього висновку, що заявлена виробником продуктивність транспортера дещо перевищена, особливо при максимальних значеннях кута підйому. Однак, отримані результати потребують експериментального підтвердження, яке планується здійснити у подальших дослідженнях.

## 4. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 4.1. Обґрунтування параметрів тягового органу транспортера

Як зазначалося вище, тяговий орган удосконаленого транспортера являє собою один замість двох на базовій машині ланцюг зі скребками оригінальної форми (рис. 4.1), які виготовлені з тонколистової сталі товщиною 2мм (рис. 4.а), що дозволило значно зменшити матеріалоємність та підвищити надійність машини.

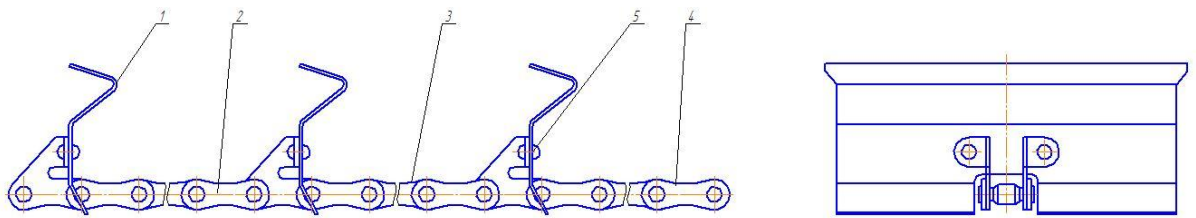


Рис. 4.1. Тяговий орган: 1- скребок; 2-ланцюг; 3,4-ланка ланцюга; 5- заклепка.

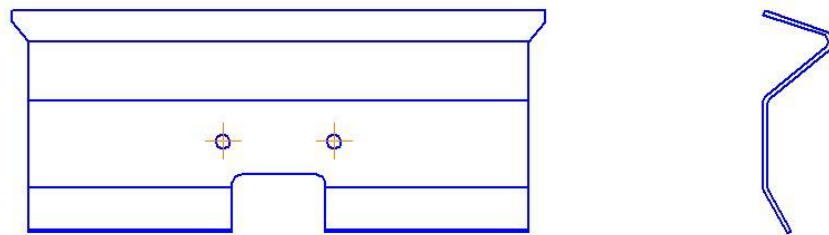


Рис. 4.2. Скребок

Для забезпечення надійності конструкції зазначений розрахунок виконаємо за умови максимального навантаження на тяговий орган. Такий варіант буде мати місце при транспортуванні вологої мішанки від змішувача кормів.

Для ведення подальших розрахунків визначимо об'ємну продуктивність транспортера

$$Q_{об} = \frac{Q}{\rho} = \frac{52,7}{0,9} = 58,6 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (4.1)$$

Навантаження на погонний метр тягового органу від переміщуваного вантажу визначимо з умови [7, 14]

$$q = \frac{Q}{3,6v} = \frac{52,7 \cdot 10^4}{3600 \cdot 1,0} = 146,4 \text{ Н / м} \quad (4.2)$$

Погонна вага тягового органу

$$q_u = K_u \cdot q = 0,55 \cdot 146,4 = 80,5 \text{ Н / м} \quad (4.3)$$

де  $K_u = 0,5 \dots 0,6$  – емпіричний коефіцієнт для розрахунків одноланцюгових транспортерів [4,6,7,11].

Для обчислення натягів у транспортерах, які мають гнучкий тяговий орган застосовують метод обходу по контуру (рис. 4.3).

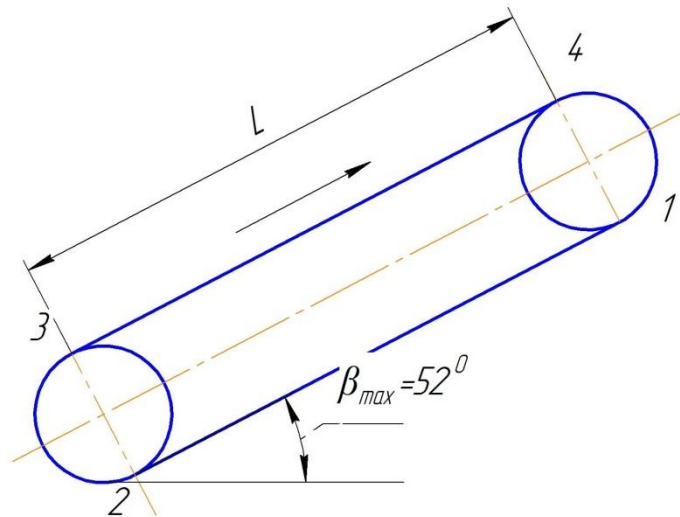


Рис. 4.3. Розрахункова схема транспортера.

Мінімальний натяг ланцюга знаходиться в точці 1.

$$S_{\min} = S_1 = \frac{\sin \beta_{\max} + f_1 \cdot \cos \beta_{\max}}{\operatorname{tg} \theta} \cdot \frac{h}{t} \cdot G \quad (4.4)$$

$f_1 = 0,8$  - коефіцієнт тертя вологої мішанки по сталі;

$h = 0,05 \text{ м}$  - плече дії сили опору переміщенню корму, прикладеної до скребка (орієнтовне місце її прикладення - половина висоти скребка);

$t = 0,038 \text{ м}$  - крок ланцюга;

$\theta = 2^\circ$  - допустимий (максимальний) кут відхилення скребка від вертикального положення;

$G$  - сила ваги вологої мішанки, яка переміщується одним скребком, Н;

$$G = \frac{Q_{об} \cdot g \cdot L \cdot q_u}{3600 \cdot n_c \cdot v} \quad (4.5)$$

де  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$  - прискорення вільного падіння;

$n_c = 19$  - кількість завантажених скребків.

З урахуванням цього

$$G = \frac{58,6 \cdot 9,81 \cdot 5,89 \cdot 805}{3600 \cdot 19 \cdot 1} = 39,8 \text{ Н}$$

Для такого типу транспортерів рекомендують приймати [4,6,7,11]

$$S_{\min} = S_1 = 1000 \text{ Н}$$

Тоді, натяг ланцюга в наступній точці 2 .

$$S_2 = S_1 - q_y \cdot L \cdot \cos \beta_{\max} \cdot \omega_y + q_y \cdot L \cdot \sin \beta_{\max} \cdot \omega_y \quad (4.6)$$

де  $\omega_y = 0,25 \dots 0,5$  - коефіцієнт, який враховує сили тертя.

Приймаємо  $\omega_y = 0,35$

Тоді

$$S_2 = 1000 - 80,5 \cdot 5,89 \cdot \cos 52^\circ \cdot 0,35 + 80,5 \cdot 5,89 \cdot \sin 52^\circ \cdot 0,35 = 1028,6 \text{ Н}$$

Крім цього, натяг ланцюга в зоні мінімального натягу робочої гілки (точка 3) перевіряється на основі умови стійкості скребка, яка має відповідати встановленим вимогам.

$$S_3 \geq S_{3\min} = \frac{W \cdot h}{t} \cdot \text{ctg} \varepsilon \quad (4.7)$$

де  $\varepsilon \leq 2 \dots 3^\circ$  - кут максимально допустимого відхилення ланки ланцюга;

$W$  – опір переміщенню дози мішанки між скребками,  $H$  ;

$$\begin{aligned} W &= q \cdot t_c \cdot \cos \beta_{\max} \cdot f_1 + q \cdot t_c \cdot \sin \beta_{\max} = \\ &= 146,4 \cdot 0,304 \cdot 0,6157 \cdot 0,8 + 146,4 \cdot 0,304 \cdot 0,788 = 57,0 \text{ Н} \end{aligned} \quad (4.8)$$

Тоді

$$S_{3\min} = \frac{57,0 \cdot 0,05}{0,038} \cdot \text{ctg} 2^\circ = 1147,7 \text{ Н}$$

Натяг ланцюга в точці 3

$$S_3 = K \cdot S_2 \quad (4.9)$$

де  $K = 1,1$  – коефіцієнт збільшення натягу ланцюга при огинанні зірочки

Тоді

$$S_3 = 1,1 \cdot 1147,7 = 1262,5 \text{ Н}$$

Обчислюємо натяг ланцюга в точці 4

$$\begin{aligned} S_4 &= S_3 + q_u \cdot L \cdot \cos \beta_{\max} \cdot \omega_u + q_u \cdot L \cdot \cos \beta_{\max} \cdot f_1 + (q_u + q) \cdot L \cdot \sin \beta_{\max} = \\ &= 1262,5 + 80,5 \cdot 5,89 \cdot \cos 52^\circ \cdot 0,35 + 80,5 \cdot 5,89 \cdot \cos 52^\circ \cdot 0,8 + \\ &+ (80,5 + 146,4) \cdot 5,89 \cdot \sin 52^\circ = 2151,3H \end{aligned} \quad (4.10)$$

Тоді загальний опір руху ланцюга визначиться

$$W_0 = S_4 - S_1 + (K-1) \cdot (S_4 + S_1) \quad (4.11)$$

$$W_0 = 2151,3 - 1000 + (1,1 - 1) \cdot (2151,3 + 1000) = 836,2H$$

Визначаємо розрахункове тягове зусилля в ланцюзі

$$s_p = 1,15 \cdot \frac{S_4 + S_{\text{дин}}}{2} \quad (4.12)$$

де  $S_{\text{дин}}$  – динамічне зусилля в ланцюзі.

Швидкість поширення пружної хвилі вздовж тягового органу відповідно робочої і холостої вітки

$$C_1 = \sqrt{\frac{E_0 \cdot g}{q_u + \lambda_1 \cdot q}} \quad (4.13)$$

$$C_2 = \sqrt{\frac{E_0 \cdot g}{q_u}} \quad (4.14)$$

де  $\lambda_1$  - коефіцієнт, що характеризує участь маси вологої мішанки, яка переміщується при нерівномірному русі тягового органу;

$$E_0 = 1 \cdot 10^7 H - \text{статична жорсткість ланцюга з кроком } 0,038m.$$

Тоді

$$C_1 = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^7 \cdot 9,81}{80,5 + 0,4 \cdot 146,4}} = 839,9m/c$$

$$C_2 = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^7 \cdot 9,81}{80,5}} = 1103,9m/c$$

Середня швидкість поширення утвореної пружної хвилі

$$C = \frac{2 \cdot C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2 \cdot 839,9 \cdot 1103,9}{839,9 + 1103,9} = 954,0m/c \quad (4.15)$$

Період власних коливань

$$t = \frac{4L}{C} = \frac{4 \cdot 5,89}{954,0} = 0,02c \quad (4.16)$$

Період збурюючої сили

$$2\tau = \frac{t}{v} = \frac{0,038}{1,0} = 0,038c \quad (4.17)$$

$$\tau = 0,0198c$$

Відношення отриманих значень

$$t / 2\tau = 0,02 / 2 \cdot 0,0198 = 0,5 \quad (4.18)$$

Опосередкований коефіцієнт опору

$$f = \frac{1}{2} \left( \frac{q \cdot f_1 + q_u \cdot f_1 \cdot \omega_u}{q + q_u} + \omega_u \right) = \quad (4.19)$$
$$\frac{1}{2} \left( \frac{146,4 \cdot 0,8 + 80,5 \cdot 0,8 \cdot 0,35}{146,4 + 80,5} + 0,35 \right) = 0,965$$

Значення коефіцієнта відображення  $K_1 = 0,65$

Значення коефіцієнта проходження

$$K_2 = \frac{2}{1 + \frac{C_2}{C_1}} = \frac{2}{1 + \frac{1103,9}{839,3}} = 0,86 \quad (4.20)$$

Коефіцієнт затухання

$$K = K_1 \cdot K_2 = 0,65 \cdot 0,86 = 0,559 \quad (4.21)$$

Динамічне зусилля в ланцюзі

$$S_{дин} = A \left[ 1 - \sin \pi \left( \frac{L}{C \cdot \tau} + 0,5 \right) \right] \quad (4.22)$$

$$A = \frac{1}{2} (\varphi_4 - \varphi_2) \frac{1}{1 - K} = \frac{1}{2} 1500 \frac{1}{1 - 0,559} = 1700H$$

(3.22)

$(\varphi_4 - \varphi_2)$  - приймаємо по номограмі [4,6,7,11 ]

Тоді

$$S_{дин} = 1700 \left[ 1 - \cos \pi \left( \frac{5,89}{954,0 \cdot 0,0198} + 0,5 \right) \right] = 749,4H$$

Обчислюємо розрахункове зусилля для правильного призначення ланцюга

$$S_p = 1,15(3751,3 + 749,4) / 2 = 2587,9H$$

Визначаємо розривне зусилля ланцюга

$$S_{роз} = n \cdot S_p = 10 \cdot 2587,9 = 25879H \quad (3.23)$$

де  $n = 6 \dots 10$  – запас міцності ланцюга.

За результатами зазначених обчислень призначаємо тяговий ланцюг ТРД – 38 – 30000 – 2 – 2 – 6 – 8ГОСТ4267 – 88. Для нього руйнівне зусилля дорівнює 30000Н.

#### 4.2. Вибір електродвигуна приводу транспортера

З урахуванням отримання в попередніх розрахунках значення загального опору ланцюга транспортера ( $W_0 = 3226,4H$ ) обчислимо потужність на ведучому валу транспортера

$$N_k = \frac{2W_0v}{1000} = \frac{2 \cdot 836,2 \cdot 1,0}{1000} = 1,67кВт \quad (4.23)$$

Обчислюємо потужність електродвигуна

$$N_0 = \frac{N_k}{\eta_k} \quad (4.24)$$

де  $\eta_k$  - ККД транспортера

$$\eta_k = \eta_{пк} \cdot \eta_{п.коч} \cdot \eta_{л.л}^2 \quad (4.25)$$

$\eta_{пк} = 0,98$  ККД підшипника ковзання;

$\eta_{п.коч} = 0,99$  – ККД підшипника кочення;

$\eta_{л.л}^2 = 0,93$  – ККД ланцюгової передачі

Тоді

$$N_0 = \frac{N_k}{\eta_{пк} \cdot \eta_{п.коч} \cdot \eta_{л.л}^2} = \frac{1,67}{0,98 \cdot 0,99 \cdot 0,93^2} = 2,14кВт$$

Обираємо електричний двигун типу 4А100L6У2, для якого  $N = 2,2кВт, n = 1000хв^{-1} (\omega = 104,6 рад / с)$  [6,7,12,15]

$$\frac{M_{пук}}{M_{ном}} = 2,0 \qquad \frac{M_{max}}{M_{ном}} = 2,2$$

**Висновки по розділу.** Обґрунтовано параметри похилого одноланцюгового транспортера для переміщення кормів і їх сумішей в кормоцеху. Вибрано електродвигун приводу транспортера.

## 5. Охорона праці.

Виробництво свинини є складним механізованим процесом, що за певних обставин може створювати загрози для безпеки праці на свинофермі.

Виробництво свинини характеризується наявністю не лише основних виробничих небезпек, таких як шум, пил чи несприятливі метеорологічні умови, але й специфічних для тваринництва негативних факторів. Серед них – можливість контакту з отруйними речовинами, вплив шкідливих випаровувань і газів, а також ризик інфікування від тварин характерними для них хворобами.

Різноманітність машин і механізмів у підрозділах ферми, а також відмінності в технологічних процесах та схемах їх роботи створюють ризики механічного, теплового, хімічного та електричного впливу на персонал.

Внутрішньофермські транспортні засоби, такі як самохідні шасі, малопотужні трактори з причепами або кормороздавачами вимагають від обслуговуючого персоналу підвищеної уважності та обережності [5].

Джерелом найбільших небезпек на свинофермі є кормоцех. Це обумовлено високою концентрацією технологічного обладнання в робочому просторі: живильники концкормів та трав'яного борошна, подрібнювачі коренеплодів, зеленої рослинності, дробарка молоткова, змішувач-запарник тощо. Усі ці машини пов'язані між собою транспортними засобами, такими як транспортери, конвеєри, кормороздавачі та інші. Майже все обладнання оснащено електроприводами, що створює потенційний ризик виникнення небезпечних та шкідливих факторів під час експлуатації.

Джерела небезпеки під час експлуатації скребкового транспортера ТС-Ф-40 можуть включати наступне [5]:

- рухомі елементи (ланцюг зі скребками, приводний механізм транспортера);
- підвищений рівень шуму, який виникає через роботу ланцюга зі скребками та приводу;
- ризик ураження електричним струмом;
- можливість займання внаслідок короткого замикання.

Для запобігання інфекційним захворюванням на свинофермі впроваджено санітарно-ветеринарний контроль, який включає вакцинацію свиней, ізоляцію та усунення хворих тварин.

Рівень шуму в зоні роботи обслуговуючого персоналу має відповідати стандартам ДСП 3.3.2.041-99, а заходи зі зменшення його шкідливого впливу — вимогам ДСТУ 2189-93.

Колір поверхонь виробничого устаткування та обладнання має відповідати наступним вимогам [5]:

- загальний тон кольору устаткування та виробничого обладнання має відрізнятися від кольору приміщення, у якому воно знаходиться та використовується;

- поверхні устаткування та виробничого обладнання мають бути покриті фарбою з матовою текстурою.

Для створення сприятливого мікроклімату в приміщеннях ферми необхідно облаштувати систему примусової вентиляції. Щоб уникнути травматизму, усі механізми обладнання, задіяного в процесах приготування кормів та інших робочих операціях, повинні бути оснащені захисними огороженнями для рухомих частин конструкції. Електрообладнання на фермі слід проектувати та використовувати з урахуванням специфіки мікроклімату певних приміщень.

Для зняття симптомів перевтоми й психоемоційної напруги працівникам слід забезпечити регулярні технологічні перерви. З цією метою на території ферми облаштовують кімнати відпочинку.

Кормоцех має бути оснащений основними засобами пожежогасіння, які включають два вогнегасники ОУ-5, один вогнегасник ОУ-8, ящик із піском відповідної ємності та пожежний щит [5].

**Висновки по розділу.** У цьому розділі проведено аналіз небезпечних факторів, що можуть виникати під час виробництва свинини на свинофермі. Розроблено рекомендації щодо зниження впливу небезпечних і шкідливих чинників на персонал, який підтримує технологічні процеси на свинофермі.

## 6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Впровадження потоково-цехової системи на свинофермі зі 100 основними свиноматками забезпечить щорічний виробіток у 3800 центнерів високоякісного м'яса свинини.

Застосування в кормоцеху скребкового транспортера ТС-Ф-40 замість транспортера ТС-40 сприятиме підвищенню якості та надійності виконання процесу переміщення кормів та їх вихідних інгредієнтів у даному відділенні свиноферми.

2. Виявлено, що транспортер ТС-Ф-40 зберігає номінальну продуктивність при роботі з різними видами кормів лише за кута нахилу до  $20^{\circ}$ . Зі збільшенням кута продуктивність знижується, а при досягненні максимального значення падає майже в 2,5 рази.

3. Запропоновано конструктивні заходи по зменшенню матеріалоемності тягового робочого органу.

4. Розроблено рекомендації щодо зниження впливу небезпечних і шкідливих чинників на персонал, який підтримує технологічні процеси на свинофермі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних : навч. посібник для студентів / В.Є. Бахрушин. Запоріжжя : КПУ, 2011. 268 с.
2. Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. Підручник дослідника : навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Харків : Мачулін, 2016. 204 с.
3. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К., Петренко Д. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки. : навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Харків : Мачулін, 2019. 164 с.
4. Гевко Р. Б. Транспортувальні машини та механізми [Текст] : навч. посіб. / Р. Б. Гевко, М. Г. Данильченко. — Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2015. - 284 с.
5. Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги. : навч. посібник. Київ : «Основа», 2011. 551 с.
6. Іванченко Ф. К. Конструкції і розрахунок підйомно-транспортних машин : навч. посіб. для вузів. Київ : Вища школа, 1988. 424 с.
7. Іванченко Ф. К. Підйомно-транспортні машини [Текст] : підручник / Ф. К. Іванченко. — К. : Вища школа, 2008. — 413 с.
8. Коновалюк Д. М., Скалозуб В. Г. Деталі машин : підручник. Київ : Кондор, 2004. 584 с.
9. Корець М. С., Тарара А. М., Трегуб І. Г. Деталі машин : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Київ : Центр навчальної літератури, 2004. 204 с.
10. Лихач В.Я. Обґрунтування, розробка та впровадження інтенсивнотехнологічних рішень у свинарстві: монографія. Миколаїв, МНАУ, 2016. 227 с.
11. Ловейкін В. С. Машини для розвантаження та транспортування сільськогосподарської продукції [Текст] : навч. посіб. / В. С. Ловейкін, О. Р. Рогатинська. — К. : Центр учбової літератури, 2012. — 360 с. — ISBN 978-611-01-0286-5.

12. Малащенко В. О., Павлице В. Т. Деталі машин : курсове проектування : навч. посіб. Львів : Новий Світ-2000, 2020. 232 с.

13. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві : підручник для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти / Р. В. Скляр, О. Г. Скляр, Н. І. Болтянська, Д. О. Мілько, Б. В. Болтянський. Харків : Видавничий дім «Кондор», 2019. 608 с.

14. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник (курс лекцій). Частина перша / Н. І. Хомик, А. Д. Довбуш, В. П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 240 с.

15. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин : підручник. Львів : Афіша, 2003. 556 с.

16. Повод М. Альтернативне свинарство: український досвід / // Пропозиція. 2006. № 8. С.102-105.

17. Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва / О.А. Науменко, І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І. Дзюба та ін.; за ред. Скорика О.П., Полупанова В.М. Харків : ХНТУСГ, 2009. 429 с.

18. Ревенко І.І. та ін. Проектування технологічних процесів у тваринництві : підручник. Київ : ЦП «Компринт», 2018. 292 с.

19

Самсонов В.В., Сільвестров А.М., Тачиніна О.М. Методологія наукових досліджень та приклади її використання : навч. посібник. Київ : НУХТ, 2022. 385 с.

20. Свинарство: монографія / В.М. Волощук, В. П. Рибалко, М. Д. Березовський та ін. К.: Аграрна наука, 2014. 587 с.

21. Свинарство в Україні: технологія, рентабельність та перспективи. URL: <https://agroapp.com.ua/uk/blog/svinarstvo-v-ukraini-texnologiya-rentabelnist-ta-perspektivi/>.

22. Свиноус І.В., Підгорний А.В. Сучасний стан та проблеми виробництва продукції свинарства в сільськогосподарських підприємствах України / Інноваційна економіка. 2014. № 6. С. 77-81.

23. Технологія виробництва продукції свинарства : курс лекцій з вивчення дисципліни для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр» спеціальності 204 «ТВППТ» денної та заочної форми навчання / [В. Я. Лихач, В. С. Топіха, Г. І. Калиниченко та ін.]. – Миколаїв : МНАУ, 2018. – 348 с.

24. Технологія виробництва продукції тваринництва : підручник / О.Т. Бусенко, В.Д. Столюк, О.Й. Могильний та ін.; за ред. О.Т. Бусенка. Київ : Вища освіта, 2005. 496 с.